

A viabilidade da implantação de medidas de redução de consumo de água em prédios de Brasília/DF

Jorge Thiago Duarte da Silva Vianna*

Universidade de Brasília

Brasília, DF, 70910-900

* jorge@thiago.us

RESUMO: O crescimento populacional, o uso indiscriminado da água e as mudanças climáticas vêm produzindo crises de abastecimento urbano de água. Nesse contexto, se encontra Brasília, uma área altamente urbanizada com predominância de nascentes, longos períodos de seca e risco de desabastecimento. Diante disso, este trabalho analisou a viabilidade dos métodos de redução de consumo de água em edificações residenciais no Plano Piloto, em Brasília. Para a análise, determinou-se o padrão de consumo das unidades habitacionais, os consumos de água dos aparelhos e a necessidade de obra para implantação. O texto considerou o padrão tipo de bloco referente ao Plano Piloto com seis andares construído sobre pilotis. Não foi utilizado nenhuma obrigatoriedade legislativa para instalação. Os economizadores ganharam destaque quanto a viabilidade e facilidade de instalação.

PALAVRAS-CHAVE: Conservação de água. Medidas redutoras. Viabilidade.

ABSTRACT: Population growth, the indiscriminate use of water and climate change have led to water supply crises. In this context, is Brasília, a highly urbanized area with a predominance of springs, long periods of drought and risk of shortages. Therefore, this work analyzed the feasibility of methods of reducing water consumption in residential buildings in the Plano Piloto, in Brasília. For the analysis, we determined the consumption pattern of housing units, the water consumption of the appliances and the need for construction work. The text considered the standard block type for the six-story Pilot Plan built on pilotis. No legislative requirement for installation was used. Savers have gained prominence in terms of feasibility and ease of installation.

KEYWORDS: Water conservation; Reduction measures; Viability

1. Introdução

Água é um recurso natural fundamental para a existência humana. Apenas 3% das águas do Planeta são doces e, somente um centésimo desse montante está acessível para o uso. Com o passar dos anos, ocorreu a poluição de alguns mananciais e o aumento expressivo da demanda mundial, influenciados pelo crescimento populacional e o uso indiscriminado de água. Tal fato, juntamente com questões climáticas, vem produzindo crises de abastecimento de água e limitando as atividades econômicas.

No Brasil, a Lei 9.433/97, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, seguindo o conceito de uso sustentável que ganhou notoriedade no Relatório Brundtland (1987), estabelece a necessidade de assegurar às gerações atual e futuras, a disponibilidade de água necessária e com padrões de qualidade adequados aos seus usos. Entretanto, o crescimento

populacional e os aglomerados urbanos exercem pressão sobre os recursos hídricos. Esse aumento da pressão caracteriza-se pelo uso inadequado à água e contribui para os conflitos de uso.

Esse crescente consumo de água tende a aumentar a demanda mundial de água, de 55% até 2050, mesmo com as existências da desigualdade de acesso à água [1]. Já no Brasil, estima-se esse aumento em 28% até 2025 [2], enquanto a projeção do crescimento populacional é de cerca de 10% [3].

O consumo doméstico brasileiro de água ocupa o segundo lugar com 11% da demanda [4]. Nesse contexto, o presente estudo toma como exemplo o caso do Distrito Federal, altamente urbanizado, com altos consumos de água e inserido numa região de nascentes de água. Tais motivos levaram a capital do Brasil a ser auditada pelo TCDF (Tribunal de Contas do Distrito Federal), buscando averiguar se a quantidade de água produzida é suficiente para atender à demanda atual e futura. A conclusão desta auditoria foi que o DF

corre risco de desabastecimento. A disponibilidade hídrica máxima é de 8.820 L/s, enquanto o consumo registrado foi de 7.120 L/s [5]. Como providências de aumento da oferta, a CAESB iniciou uma série de obras de expansão na produção de água e suprimento de água até 2040, como, por exemplo, os sistemas de Corumbá 4, Bananal e Paranoá [6].

No ano 2000, o Distrito Federal apresentava disponibilidade hídrica inferior ao recomendado para um abastecimento normal, alertando para uma situação difícil. Atualmente, o Distrito Federal ocupa o primeiro lugar do Brasil em estresse hídrico, com média de disponibilidade de água de 0,96 km³/hab/ano [7], caracterizando uma escassez crônica, ou seja, quando se atinge uma disponibilidade entre 0,5 km³/hab/ano e 1 km³/hab/ano [8]. Tal fato ocorre devido ao alto crescimento populacional e à baixa disponibilidade de água, visto que a capital não tem grandes rios, encontra-se em área de nascentes e tem um longo período de estiagem, obrigando a construção de reservatórios que dependem da época chuvosa para recarga do sistema.

Em 2004, o Distrito Federal utilizava 67,7% da capacidade de abastecimento dos sistemas produtores de água [9]. Com as estiagens prolongadas, o reservatório do Descoberto, que atende mais de 60% da população de Brasília, atingiu menos de 20% de sua capacidade máxima em novembro de 2016. Tal situação levou a busca de alternativas de uso racional e conservação de água.

Com o aumento na demanda por água e escassez na oferta, situação típica dos grandes centros urbanos, agravada pelo consumo de energia das estações elevatórias, surge a necessidade de conservar a água. Para tentar suprir essa necessidade, a atenção volta-se para as regiões de maior consumo per capita do Distrito Federal: Plano Piloto e Lago Sul [10]. Como os imóveis no Lago Sul caracterizam-se por residências unifamiliares, o foco será aos grandes consumidores multifamiliares, que representam, isoladamente, as parcelas de maior consumo de Brasília. Esses locais destacam-se pelo alto consumo, caracterizado numa única fatura de água, visto que não apresentam medidores individualizados, concentrando o consumo

de água de várias unidades habitacionais. Uma das principais causas para o sobreconsumo registrado em edifícios residenciais recai sobre a inexistência de medidores individualizados, isto é, a concentração do cômputo do consumo em uma única conta, dificultando o controle. Há uma cultura equivocada e reprovável de que, à medida em que se paga por taxa igualmente dividida do consumo do grupo, a economia individual não compensa [11].

Diante do exposto, a abordagem deste trabalho consistiu na escolha de um estudo de caso composto por um imóvel multifamiliar vertical típico de Brasília. Neste imóvel foram analisadas algumas alternativas para redução do consumo de água, tendo dois casos: uma edificação existente e outra a construir.

2. Objetivos

Esta pesquisa tem por objetivo analisar as alternativas de redução de consumo de água em edificações residenciais no Plano Piloto, em Brasília, tendo duas abordagens: edificações existentes e a construir.

2.1 Objetivos específicos

Os objetivos específicos desta pesquisa são identificar a viabilidade das alternativas tecnológicas com melhor desempenho na redução do consumo de água através da:

- Análise de custos de implantação e manutenção;
- Economia de água; e
- Tempo de retorno do investimento.

3. Fundamentação teórica

No intuito de avaliar e conhecer as medidas de redução do de água, seu emprego, operação e restrições, foi necessário aprofundar o conhecimento na literatura especializada. Portanto, o presente capítulo trata dos conceitos, aplicações, indicadores e discussões a respeito do tema.

3.1 Estratégias para conservação de água

O uso eficiente é dividido em quantitativo (definido

a partir de critérios que busquem desempenho) e qualitativo (a partir de percepções socioculturais e da necessidade do usuário). O primeiro corresponde ao volume diminuído do consumo de água, foco desse trabalho, até atingir o volume estritamente necessário, respeitando os parâmetros ambientais, de saúde, higiene e vigilância sanitária. Um exemplo dessa aplicação refere-se ao uso de economizadores de água, como o arejador. O segundo tem relação com a ideia de incorporar a subjetividade e a perspectiva de quem usa o serviço [12]. Um exemplo desse item é a utilização de água não-potável nas bacias sanitárias.

O desenvolvimento e adequação tecnológica é responsável por inovar, voltando-se basicamente para a pesquisa [13]. Com isso, são concebidos produtos com melhor desempenho no uso de água. Exemplo desse uso é na forma de instalação de mictórios, com o uso de sensores e nas bacias com o uso de válvulas de acionamento duplo. Esse sistema, na verdade, são dois botões. Um faz com que o volume a ser liberado durante o acionamento seja a metade do máximo (usado para urina, em geral); enquanto o outro botão mantém a vazão plena (usado para fezes e sólidos, em geral). Desta forma, com o acionamento adequado à necessidade, consegue-se reduzir o volume de água utilizado.

3.2 Redução da pressão

Com o advento das edificações verticais, com cada vez mais andares, as pressões de água começaram a se elevar nos andares mais afastados do reservatório superior. Tal mudança começou a gerar a necessidade de implantação de dispositivos redutores de pressão por segurança na operação da tubulação, a fim de não ultrapassar o limite mecânico de resistência das paredes dos tubos, o que resultaria em seu rompimento.

A norma ABNT NBR 5626 recomenda que, em condições dinâmicas, ou seja, com escoamento, a pressão não deve ser inferior a 1 mca em qualquer peça, sendo a única exceção, a caixa de descarga acoplada, cuja pressão dinâmica poderá ser de até

0,5 mca, e a válvula de descarga, que deverá ser no mínimo de 1,5 mca [14].

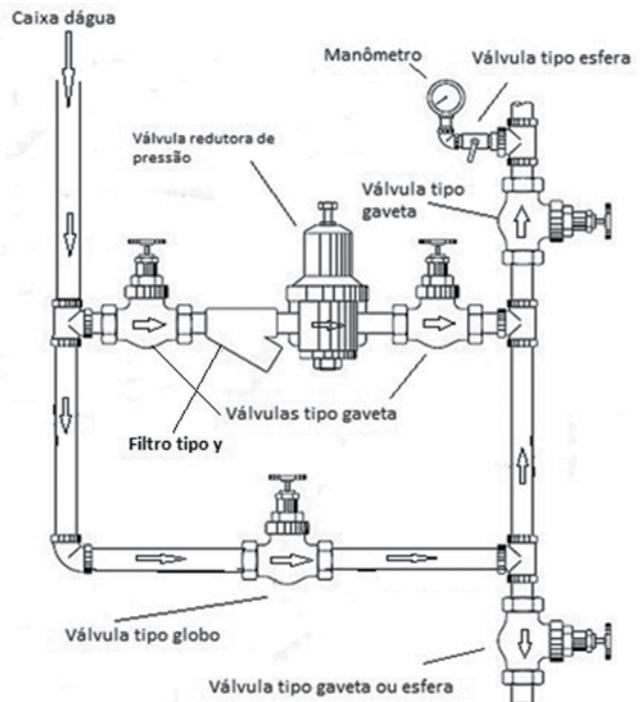


Fig. 1 – Sistema de válvula para redução da pressão. Fonte: [15]

Pode-se notar que, em um edifício, os andares mais próximos da cobertura terão pressões no limite do preconizado por norma, sendo normalmente esse o foco do dimensionamento. Já nos inferiores, a pressão será alta, aumentando o consumo.

O controle da pressão representa diminuição no consumo de água, da frequência de ruptura de tubulações e minimização dos eventuais vazamentos. Estima-se que uma redução de pressão de 30mca para 17mca pode resultar em uma economia de até 30% do consumo de água [16].

O método mais comum de reduzir a pressão é por meio do emprego de uma estação redutora de pressão do tipo mostrado na **figura 1**, devido a sua facilidade de manutenção e eficiência do processo. Já existem válvulas eletrônicas que podem permitir uma gestão mais eficiente de acordo com o nível do reservatório superior.

3.3 Medição individualizada

A prática de individualizar as medições resulta

numa redução de até 22% no volume de água consumido [17]. Porém, muitas vezes é necessário setorizar os edifícios para realizar as leituras, sejam de forma visual ou eletrônica. Algumas dessas setorizações podem ser simples ou complexas. Na maioria das vezes, essa setorização dependerá do número de colunas de distribuição que o edifício possui [18].

Um fator relevante é relativo à classe alta, que, em geral, é a que menos reduz o consumo da água, comprovando a tese de que o usuário com padrão de vida elevado pode, inconscientemente, ignorar as ações e metodologias de economia de água, ao contrário daquele que possui menor poder aquisitivo, que, na sua grande maioria, implementa ao máximo ações e hábitos que reduzam gastos.

Há diversas formas de medir o volume de água utilizado em um setor. A **figura 2** exemplifica alguns casos, tais como: a medição coletiva, a medição no hall (andar), a medição no barrilete e a no andar térreo (uma das mais difíceis de implantar devido as altas perdas de carga) [19].

No caso de sistemas de medição por telemetria, são instalados hidrômetros digitais nos locais desejados. Porém, sua medição será realizada por um computador ou painel eletrônico, ficando fixo num local desejado na edificação. Por questões de controle e segurança, este local costuma ser a portaria.

Buscando a maior conservação de água, é recomendado a aplicação de medições individuais de forma a controlar melhor o uso da água e a detecção de vazamentos [18]. Nestes casos, é possível identificar o apartamento em que ocorre o vazamento, facilitando a manutenção.

Esta pesquisa considera que, com o advento das tecnologias de telemetria, não há razão para que um sistema de medição individualizada não seja implantado em edificações novas. Em virtude disso, essa opção de conservação de água não será vista como opção e sim obrigação construtiva para novos empreendimentos, em termos técnicos-econômicos. No Distrito Federal, a Lei 3.557, de 2005, dispõe sobre a individualização de instalação de hidrômetro nas edificações verticais residenciais e nas de uso misto e

nos condomínios residenciais do Distrito Federal.

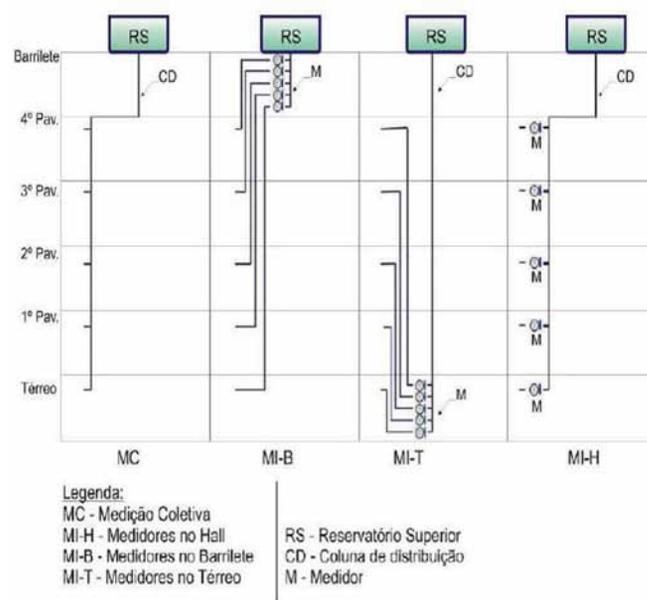


Fig. 2 – Formas de medição individualizada. Fonte: [19]

Nesta Lei, é normatizado que, para a aprovação dos projetos de edifício novos, ou seja, a serem construídos, será obrigatória a instalação de hidrômetros individuais para cada uma das unidades.

Para as edificações existentes, foi conferido um prazo até 2015 para adequação à Lei. Contudo, em 2008, a Lei foi alterada e permitiu a não individualização para os casos de inviabilidade técnica e econômica. Essa exceção foi assim definida pela mesma Lei: “considera-se inviável a instalação de hidrômetro individual, do ponto de vista técnico, quando as condições estruturais do prédio não permitam e, do ponto de vista econômico, quando resulte, por qualquer dos modelos acreditados pela concessionária, em custo econômico-financeiro desproporcional aos benefícios que dela se esperam”.

Utilizando da exceção da Lei, da idade avançada das edificações de Brasília, da quantidade de prumadas de água que os prédios possuem e do custo de uma obra em prédios que datam de 1950, a maioria dos edifícios não aderiram a medição individualizada.

A Lei 13.312, de julho de 2016, alterou as diretrizes de saneamento básico nacional, estabelecendo que as

novas edificações condominiais deverão ter medição individualizada. Contudo, as edificações existentes não foram tratadas, ficando sem o benefício da tecnologia.

3.4 Economizadores de água

Os economizadores de água são, em geral, aparelhos que reduzem a vazão ou limitam o tempo de acionamento do dispositivo com fechamento automático dele. Eles podem ser facilmente instalados em edificações novas, contudo, em edificações existentes e ocupadas, o procedimento pode ser complexo e oneroso. Alguns equipamentos para instalações hidráulico-sanitárias mais modernos já apresentam essa redução. Exemplo típico são as bacias sanitárias que utilizavam 12 litros por descarga e hoje têm duplo acionamento, consumindo no máximo 6 litros. Mais moderna ainda é a bacia sanitária a vácuo com gasto de apenas 1 litro de água.

A economia que cada tipo de dispositivo pode oferecer está presente na **tabela 1**.

Tab. 1 – Economia gerada pelos dispositivos

Local	Aparelhos Indicados	Economia estimada (%)	Tempo de retorno (meses)
Chuveiro	Registro regulador de vazão	20	6
	Válvula de fechamento automática	20	12
Lavatório	Registro regulador de vazão	20	5
	Arejador para bica ou torneira	20	5
	Torneira automática	25	8
	Torneira eletrônica	35	12
Bacia sanitária	Bacia para 6 litros	50	6
	Caixa de descarga duplo acionamento	50	8
	Válvula de descarga duplo acionamento	20	8
Pia de cozinha	Arejador para bica ou torneira	20	5
	Registro regulador de vazão	20	5

Fonte: Grisolia [20]

3.5 Usos finais de aparelhos

Existem poucos estudos nacionais apontando o perfil de consumo dos diversos aparelhos em residências. A maioria dos estudos referem-se a edificações com interesse social, que possui suas peculiaridades de consumo reduzido em função da renda [21-23]. Há ainda, estudos referentes a

escritórios, universidades e edificações comerciais que fogem ao escopo desse trabalho. Uma pesquisa mais fidedigna foi realizada no Plano Piloto e monitorou dezenove apartamentos por sete dias por meio do uso de cronômetros, questionários e dados dos equipamentos. A tipologia considerada foi de blocos com predominância de 4 ou 6 pavimentos, com área média de 91m² e 3 moradores. Foi considerada área de garagem (no subsolo) de 1.090m² e jardins no entorno com 1.000m². Nesse levantamento foi obtida a média de consumo 172 L/hab/dia, consumo de uso comum de 3,5%, e para os equipamentos as médias mostradas na **figura 3** [24].

Alguns aspectos são importantes durante o estudo do perfil de consumo e devem ser considerados pois promovem resultados distintos. Em geral, hábitos, cultura regional, localização geográfica, tradições, número de moradores, tempo de permanência, clima, renda e valor da tarifa de água costumam influenciar tais resultados [25].

A **tabela 2** aponta os dados de uma pesquisa para os consumos referentes aos usos nas áreas comuns de uma edificação. Durante a estação chuvosa, a irrigação restringe-se apenas a vasos com plantas ornamentais com 0,002 L/m²/dia [24].

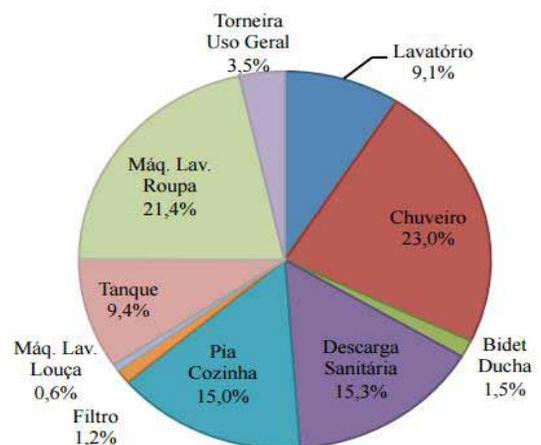


Fig. 3 – Uso em edificações multifamiliares. Fonte: [24]

A análise desse gráfico mostra que os chuveiros e as máquinas de lavar roupa são os equipamentos com maior parcela de uso. O primeiro tem seu consumo diretamente relacionado ao modo como as pessoas

utilizam o equipamento (uma questão cultural), tal como duração do banho, fechamento durante o processo de ensaboar etc. Por outro lado, equipamentos de redução de vazão instalados no chuveiro colaboram significativamente com essa redução.

Tab. 2 – Consumo da área comum

Utilização	Consumo (%)	Consumo* (L/m ² /dia)
Irrigação de Jardins	1,05	3
Limpeza Condominial	3,15	4

Fonte: Chain *et al.* [26] e Sella [27]*

Em segundo lugar, tem-se as máquinas de lavar roupa, devido existir uma questão cultural relacionada à utilização da máquina com carga plena de roupas a fim de otimizar o uso da água e a outra relacionada a eficiência do equipamento, intrínseco do fabricante, principalmente na relação volume de água gasto versus quantidade de roupa lavada.

4. Metodologia

A tipologia padrão do Plano Piloto já foi estudada em outros artigos, sendo utilizada nesse trabalho: média de quatro pessoas por unidade, consumo de 151 L/hab/dia e blocos com 48 apartamentos [24, 28].

A metodologia de cálculo consiste em calcular a fatura de água com a economia propiciada pelo equipamento em questão. O lucro obtido da diferença das faturas antigas e atuais será computado mensal, assim como o custo de manutenção e o valor de implantação. Ao final será calculado o tempo de retorno (VPL=0), considerando taxa de juros da SELIC, referente a 1,1% ao mês.

4.1. Implantação e economizadores

Cada aparelho de cada apartamento foi analisado e teve considerada a implantação de um dispositivo economizador acoplado. O custo dos dispositivos na edificação foi considerado como a soma dos custos em um apartamento multiplicado pelo número de apartamentos, conforme **tabela 3**.

Tab. 3 – Custo dos economizadores

Nome	Valor (R\$)	Qtd por apartamento	Preço por apartamento (R\$)
Válvula de descarga DUO	299,90	3,00	899,70
Restritor de vazão para chuveiros	14,00	3,00	42,00
Arejador fixo para torneira de lavatório	12,40	3,00	37,20
Arejador articulável para torneira de cozinha	32,90	1,00	32,90
Subtotal			1.011,80
Qtd aptos			48,00
Total			48.566,40

Não foi encontrada nenhuma fonte sobre custos de manutenção. Com isso, foi adotado que os dispositivos economizadores têm sua manutenção condicionada à substituição de peças complementares, tais como reparos, carrapetas etc. Os arejadores e restritores não necessitam de manutenção [29]. Com isso, foi realizada pesquisa de preços do material e estimou-se a sua frequência, tendo como referência a experiência de diversos engenheiros da área de manutenção. Tais dados foram compilados na **tabela 4**. Os custos referentes à mão de obra foram suprimidos devido à simplicidade da troca das peças em questão.

Tab. 4 – Custo da manutenção

Nome	Valor (R\$)	Frequência
Reparo válvula de descarga	35,90	1 a cada 5 anos
Subtotal		R\$ 7,18
Quantidade de apartamentos		48
Total		R\$ 344,64
Custo total da manutenção		R\$ 28,72

4.2. Implantação de medição individual

A economia média de consumo esperada é de 22%. O custo dependerá do número de prumadas existentes no apartamento, tendo sido adotado o sistema de rádio frequência para diminuir a extensão das obras civis.

Estimou-se para este trabalho um custo de R\$ 500,00, incluindo as obras civis, para cada prumada

de alimentação existente em um apartamento – os apartamentos atuais possuem uma única prumada, mas os antigos chegam a ter cinco. A manutenção mensal foi cotada em R\$ 4,00 por apartamento. Este custo teve origem em pesquisa de preço com a empresa CONSERGEL (março de 2015) e na Internet com sites de orientação aos síndicos [30] e reportagens [31].

A vida útil de um hidrômetro por telemetria é de 8 anos, enquanto o equipamento de RF (leitor de rádio frequência) é de 15 anos [32], valores que foram adotados neste trabalho.

Para as construções novas, que não necessitam de telemetria, poderiam ser utilizados os hidrômetros convencionais. Nesse caso, diversas concessionárias cobram uma taxa mensal referente à substituição ou manutenção do hidrômetro. Portanto, o custo de manutenção dos hidrômetros seria estimado pelo Decreto 4.442/2009 que estabelece a taxa de manutenção para os hidrômetros em Olímpia/SP. Esse valor é de R\$/m³ 0,056 e foi aplicado ao volume de água estimado a ser gasto, incluindo as economias dos métodos.

Contudo, a fim de modernizar os edifícios, facilitar o controle de vazamentos, obter dados históricos de modo rápido e diminuir o acesso de funcionários das companhias nos andares, adotou-se nessa pesquisa, em ambos os estudos de casos, os hidrômetros por telemetria.

4.3. Implantação de sistema de válvulas redutoras de pressão

Conforme descrição do item 3.1, o sistema de válvula é composto por 2 manômetros, 6 registros, 2 filtros e 2 válvulas redutoras. Em pesquisa de mercado, realizada em março de 2016, constatou-se que esse sistema tem um custo em média de R\$5.160,00 por sistema, valor que foi utilizado neste trabalho.

Não foi verificado material disponível sobre custos de manutenção com esse dispositivo. Como a válvula trata-se de dispositivo equivalente a um registro, ela enquadra-se na previsão de vida útil mínima de 20 anos [33]. Com isso, estimou-se que haverá troca dos filtros presentes no sistema a cada 3 anos e realizou-se a pesquisa de preço do mesmo, totalizando R\$ 62,80 na loja EMBRAR, cotado em dezembro de 2016. Assim, tem-se que o custo

mensal é de R\$ 3,48 para cada prumada.

5. Resultados

Este capítulo apresenta os resultados e discussões obtidos com a metodologia adotada no trabalho. Os resultados são apresentados de acordo com o sequenciamento das etapas propostas na metodologia.

5.1. Edificação existente

As análises das medidas de redução, através da viabilidade econômica, geraram sete opções com seus respectivos períodos de retorno, conforme é mostrado na **tabela 5**. Algumas medidas não tiveram um tempo de retorno passível de ser determinado matematicamente, pois não demonstraram sua viabilidade econômica (receitas inferiores às despesas) e com isso foram eliminadas. Tal fato ocorreu devido ao baixo fluxo de caixa mensal.

Nos casos em que isto ocorreu, chamou-se o tempo de retorno de indeterminado.

Tab. 5 – Medidas de redução de consumo de água

Opção	Tempo de Retorno (meses)	Custo (R\$)
Economizador	50	49.578,20
Medição individual + economizador	Indeterminado	169.578,20
Redutor de pressão	Indeterminado	206.400,00
Economizador + Redutor de pressão	Indeterminado	255.978,20
Economizador + Redutor de pressão + Medição individual	Indeterminado	375.978,20
Medição individual	Indeterminado	120.000,00
Medição individual + redutor de pressão	Indeterminado	326.400,00

5.2. Edificação a ser construída

Na edificação a ser construída, os resultados estão na **tabela 6**. Algumas medidas não tiveram um tempo de retorno passível de ser determinado matematicamente

pois não demonstraram sua viabilidade econômica (receitas inferiores às despesas) e com isso foram eliminadas. Tal fato ocorreu devido ao baixo fluxo de caixa mensal.

Tab. 6 – Medidas de redução de consumo de água

Opção	Tempo de retorno (meses)	Custo (R\$)
Medição individual	19	24.000,00
Redutor de pressão	24	41.280,00
Medição individual + redutor de pressão	26	65.280,00
Economizador + Redutor de pressão + Medição individual	34	114.858,20
Medição individual + economizador	38	73.578,20
Economizador + Redutor de pressão	40	90.858,00
Economizador	50	49.578,20

Numa construção nova, os economizadores deveriam ser analisados sob um aspecto singular. Afinal, em um edifício a ser reformado, já existe um aparelho que precisou ser substituído, onerando a implantação dos sistemas. Na construção de um edifício, todos os aparelhos serão adquiridos. Esse fato leva à possibilidade da aquisição de aparelhos que atendam ao padrão de economicidade hídrica. Considerando a competição entre fabricantes, existe uma tendência de que os novos aparelhos já sejam econômicos, não havendo sobrecurso na obra. Portanto, este trabalho considerou que os custos devidos a estes aparelhos foram nulos para o caso da construção.

Outro aspecto cabe a exigência legal da implantação de medição individual em construções novas. Da mesma forma, esse custo também não foi computado. Com isso, foi possível reescrever a **tabela 6** produzindo a **tabela 7** com as alterações comentadas.

Tab. 7 – Medidas de redução de consumo de água

Opção	Tempo de retorno (meses)	Custo (R\$)
Economizador	0	0
Medição individual + economizador	0	0
Medição individual	0	0
Economizador + Redutor de pressão + Medição individual	11	41.280
Economizador + Redutor de pressão	16	41.280
Medição individual + redutor de pressão	16	41.280
Redutor de pressão	24	41.280

6. Conclusão

Propôs-se nesse trabalho analisar as alternativas para redução do consumo de água em edificações residenciais no Plano Piloto, em Brasília/DF.

Utilizou-se uma tipologia padrão já estudada e apresentada. Isso apenas foi possível em virtude da padronização da urbanização do Plano Piloto proposto por Lúcio Costa. Entretanto, torna-se necessário ressaltar que tal modelagem não pode ser expandida a outras localidades, devendo haver um estudo específico para qualquer outra tipologia de edificação, antes de uma generalização de resultados.

A estimativa de consumo existente na bibliografia é muito variável, dependendo da localidade, da classe econômica, dos tipos de equipamentos (novos ou antigos), do hábito de uso da água, e da tipologia dos prédios. Portanto, foi utilizado o valor experimental. O refinamento desse valor através da microanálise em regiões administrativas ratifica a melhor escolha.

Diante do resultado econômico mostrado na **tabela 5**, afirma-se que a melhor opção é a utilização de economizadores. Tal fato acontece devido à idade dos prédios, com tubulações antigas, em sua maioria de ferro galvanizado para água fria e tubos de ferro fundido para esgoto e água pluvial. Algumas têm seu trajeto através de pilares, dificultando sua substituição e diversas prumadas para alimentação de um mesmo apartamento.

Para as edificações a construir, a **tabela 7** demonstra que a opção de utilizar a medição individualizada em conjunto com economizadores como forma de

redução de consumo possui o melhor desempenho. O acréscimo dos redutores de pressão, além de aumentar o tempo de retorno em poucos meses, proporciona o aumento da vida útil da instalação devido ao trabalho com menores pressões. Assim, além de utilizar as três medidas por questões legais, conforme item 3, demonstrou-se a viabilidade delas numa construção.

O uso de economizadores foi destaque positivo em ambos os casos, mostrando sua robustez e

performance. Tal fato ratifica os princípios de conservação de água propostos há quase 20 anos [11] e a ratificação da “regra dos três R”, onde o primeiro passo é a redução.

Do exposto nesse trabalho considera-se viável, rentável e factível que toda unidade habitacional inicie a substituição de seus aparelhos por outros de melhor desempenho (economizadores). Essa ação irá produzir vantagens ambientais e financeiras aos usuários.

Referências bibliográficas

- [1] WUCB, A water conservation guide for commercial, institutional and industrial users. New Mexico: Ed. Water Use and Conservation Bureau,1999.
- [2] Atlas Brasil, Abastecimento urbano de água: panorama nacional. Brasília. 2010. Agência Nacional de Águas; Engecorps/Cobrape.
- [3] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Censo Demográfico 2000. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 jan. 2016.
- [4] R. F. Gonçalves, (Org.), Uso racional de água e energia. Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água. Prosab-Finep Edital 5. Rio de Janeiro: Abes, 2009. 354 p
- [5] Distrito Federal, Auditoria Operacional na Gestão dos Recursos Hídricos do Distrito Federal: relatório (versão simplificada). Tribunal de Contas. Conselheiro-Relator Manoel de Andrade, 2010. Brasília.
- [6] S. Araújo, Novos sistemas de captação de água vão aliviar reservatórios do DF em épocas de seca. Agência Brasília/DF. Brasília, 2016 Disponível em: <<http://www.agenciabrasilia.df.gov.br/2016/09/25/novos-sistemas-de-captacao-de-agua-vao-aliviar-reservatorios-do-df-em-epocas-de-seca/>>. Acesso em :25/11/2016
- [7] A. C. Rebouças; B. Braga; J. G. Tundisi, (Org.), Águas doces no Brasil. 2ª.ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2002. 703p
- [8] G. B. Beekman, G. B., Gerenciamento Integrado dos Recursos Hídricos, IICA. Brasília,1999. 64 p.
- [9] L. O. A. B Silva; M.A.A. Souza; N. J. Allam, Uma proposta de reúso de água em condomínios verticais em Brasília – DF. São Paulo, 2004.I Conferência Latino-Americana de construção sustentável x encontro nacional de tecnologia do ambiente construído.
- [10] Companhia De Saneamento Ambiental Do Distrito Federal (CAESB), A água, o cidadão e a CAESB – Em busca do uso sustentável da água no DF. Brasília, 2010
- [11] A. C. Coelho, Manual de Economia de Água – Conservação de Água. Olinda: Comunigraf Editora, 2001
- [12] O. M. Gonçalves; M. S. O. Ilha; S. Amorim, Indicadores de uso racional de água em escolas públicas de ensino fundamental e médio. São Paulo, 2006. Relatório de pesquisa desenvolvida dentro do edital CT-HIDRO do CNPq.
- [13] P. B. Cheung, Consumo de água. In: R. F. Gonçalves, (Coord.). Uso racional da água e energia: conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água. Rio de Janeiro: ABES, 2009. p. 36-98.
- [14] Associação Brasileira De Normas Técnicas (ABNT). NBR 5.626: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro,1998.
- [15] Sindicato Da Construção De São Paulo (SIDUSCONSP). Conservação e reúso de água em edificações. São Paulo: Prol Editora Gráfica,2005.
- [16] S. R. S. Silva, Avaliação do sistema de medição individualizada de água em prédios populares situados na cidade de Salvador-Bahia. Salvador: UFBA, 2010. Dissertação (Mestrado Profissional em Gerenciamento e Tecnologia Ambiental no Processo Produtivo). Disponível em: <<https://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/9585>>. Acesso em: out. 2015.
- [17] H. O. Tamaki, A medição setorizada como instrumento de gestão da demanda de água em sistemas prediais –

- estudo de caso: Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo São Paulo: USP. Dissertação de Mestrado, Escola Politécnica.
- [18] M. Lima, Gestão de água em edifício público administrativos: recomendações baseadas no estudo de caso no TCU. Brasília, 2015. Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo. Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Brasília -UnB. 192p
- [19] P. Z. Grisolia, Gestão da demanda para uso racional da água (URA). São Paulo, 2015. Manual de sustentabilidade Condominial -SECOVISP.
- [20] A. L. Rocha; D. Barreto; E. Ioshimoto, Caracterização e monitoramento do consumo predial de água. Brasília: MPOG, 1998. Documento Técnico de Apoio nº E1, PNCD
- [21] L. H. Oliveira, Metodologia para a implantação de programa de uso racional da água em edifícios. São Paulo: USP, 1999. Tese de Doutorado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
- [22] D. B. Barreto, Perfil do consumo residencial e usos finais da água Ambiente Construído. Porto Alegre, 2008. v. 8, n. 2, abr./jun. Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. p. 23-40.
- [23] D. Sant´ana; L. Boeger; L. Vilela, Aproveitamento de águas pluviais e o reúso de águas cinzas em edifícios residenciais de Brasília – Parte 2: viabilidade técnica e econômica. Brasília: Paranoá, Brasília, nº 10, 2013. p. 85-93.
- [24] A. V. Hafner, Conservação e reúso de água em edificações – experiências nacionais e internacionais. Rio de Janeiro: UFRJ, 2007. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil.
- [25] R, R, Chain; C. A. M. Figueira Netto; E. Messuti, Sistema de Reaproveitamento de Água para Edificações. Rio de Janeiro, 1999. Trabalho V-053. Anais do 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental.
- [26] M. B. Sella, Reúso de águas cinzas: avaliação da viabilidade da implantação do sistema em residências. Porto Alegre: UFRS, 2011. Trabalho de Graduação em Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil. 72p.
- [27] J. T. D. S. Vianna, Análise de alternativas para conservação de água em edificações residenciais funcionais em Brasília-DF. Brasília, 2017. Dissertação. UnB. 128 p
- [28] DOCOL, Instalação de Produtos Economizadores de Água. Web curso, 2015. Disponível em [http://www.clubedocol.com.br/media/03_apostila_2015_Mar%C3%A7o .pdf](http://www.clubedocol.com.br/media/03_apostila_2015_Mar%C3%A7o.pdf). Acesso em Jan-2017
- [29] SINDICONET, Custos e gestão da medição individualizada. Disponível em: <https://www.sindiconet.com.br/informese/7229/individualizacao-de-hidrometros/custos-e-gestao-da-medicao-individualizada>>. Acesso em: 15 dez. 2015.
- [30] I. Leite, Como economizar água com instalação de hidrômetros individuais nos condomínios. Disponível em: <http://g1.globo.com/sao-paulo/blog/como-economizar-agua/post/como-economizar-agua-com-instalacao-de-hidrometros-individuais-no-condominios.html>>. Acesso: em 10 Ago. 2015.
- [31] TECHMETRIA, Sistema de medição individual. Perguntas e Respostas frequentes. Disponível em: <http://www.techmetria.com.br/site/faq.php>>. Acesso em: 22 ago. 2016.
- [32] Associação Brasileira De Normas Técnicas (ABNT), NBR 15.575: Desempenho de edificações habitacionais- Requisitos. Rio de Janeiro, 2013.